ÜBER DIE

VERGLEICHENDE ANATOMIE

DES

CILIARMUSKELS.

(AUS DEM HISTIOL. LABORATORIUM DER UNIV.-AUGENKLINIK IN MÜNCHEN).

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE

DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

UNTER DEM PRÄSIDIUM DES HERRN

PROF. DR. A. v. ROTHMUND

VORGELEGT VON

LUITPOLD WÜRDINGER,

MILITÄR-ASSISTENZARZT IN MÜNCHEN.

WÜRZBURG.

DRUCK DER THEIN'SCHEN DRUCKEREI (STÜRTZ).

1886.

ÜBER DIE

VERGLEICHENDE ANATOMIE

DES

CILIARMUSKELS.

(AUS DEM HISTIOL. LABORATORIUM DER UNIV.-AUGENKLINIK IN MÜNCHEN).

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

IN DER

MEDICIN, CHIRURGIE UND GEBURTSHÜLFE

DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT ZU MÜNCHEN

UNTER DEM PRÄSIDIUM DES HERRN

PROF. DR A. v. ROTHMUND

VORGELEGT VON

LUITPOLD WÜRDINGER,

MILITÄR-ASSISTENZARZT IN MÜNCHEN.

WÜRZBURG.

DRUCK DER THEIN'SCHEN DRUCKEREI (STÜRTZ).

1886.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548316_0068

Die Literatur über die feineren Verhältnisse des Ciliarmuskels ist keine gerade spärliche zu nennen, ich erinnere unter Anderen nur an die Arbeiten von Fr. E. Schultze, Flemming, Iwanoff, Kölliker, Mannhardt, Meyer, Rollett, Waldeyer und Andere. Endlich ist noch in jüngster Zeit von Schwalbe in seinem Lehrbuche der Sinnesorgane diese Frage auf Grund eigener Untersuchung behandelt worden. Wenn ich gleichwohl nochmals auf diese Frage eingegangen bin, so glaube ich zur Rechtfertigung anführen zu dürfen, dass wir mit Hilfe unserer neuen, verbesserten Technik und durch Anfertigung sogenannter Serienschnitte entschieden ein vollkommeneres und richtigeres Bild von der feineren Architektonik des Ciliarmuskels uns verschaffen können, als dies bei dem von den früheren Untersuchern eingeschlagenen Verfahren, deren Resultate durchgehends auf dem Studium einiger wohlgelungener Schnitte beruhen, der Fall sein konnte. Um zunächst mit einigen Worten auf meine Methodik einzugehen, so bestand dieselbe in Folgendem: das Untersuchungsmaterial war durchweg in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet worden, der weitaus grössere Theil der einzelnen Bulbi war unmittelbar post mortem in Conservirungsflüssigkeit gebracht worden, während die Augen einiger weniger zugänglichen Thiere, Antilopen, Lama, Löwe, Luchs, Fuchs, Fischotter, Gemse, Hirsch und Rehe, die ich der Güte des Herrn Professor Pagenstecher in Hamburg und Förstern verdanke, wenige Stunden nach dem Ableben der betreffenden Thiere in Müller'sche Lösung geworfen wurden. Die bulbi wurden nach mehrmonatlicher Härtung durch einen Aequatorialschnitt in eine hintere und vordere Hälfte zerlegt, sodann aus letzterer die

Linse vorsichtig ausgelöst, und diese nach gründlicher Entwässerung in Färbungsflüssigkeit gelegt. Als Färbemittel habe ich sowohl Borax-Carmin, Picrocarmin als auch und zwar vorwiegend das Grenacher'sche Alauncarmin verwandt. Es hat dieses letztere Tinctionsmittel von den erstgenannten den unverkennbaren Vorzug, dass es sich nicht nur weit besser zu Totalfärbung eignet, sondern es färbt auch die muskulären Elemente, wenn anders die Objekte genügend lange Zeit in ihm verbleiben, in einer so gleichmässigen und typischen Prägnanz, dass die Entscheidung, was auf den betreffenden Schnitten glatte Muskelfaser ist oder nicht, nicht allzu schwierig ist.

Um genauere Meridionalschnitte zu erhalten, verfuhr ich folgendermassen: Die Bulbus-Vorderhälfte wurde durch einen Horizontal- und Verticalschnitt in vier gleichgrosse Quadranten zerlegt, einer der Quadranten dann so in dem Mikrotome aufgestellt, dass die Richtung der Messerschneide genau zusammenfiel mit der Linie, welche man sich von der Spitze des Quadranten auf den Mittelpunkt der Kreisumrandung gezogen denken kann. Sämmtliche aus diesem Sektor hervorgehende Schnitte wurden sodann reihenweise eingebettet, mit fortlaufender Nummer versehen, so dass ich also, da ich nur solche Präparate verwerthet habe, bei denen kein Schnitt verloren ging, in der Lage war, mir von dem Verhalten der Muskulatur in dem ganzen Quadranten ein genaueres Bild zu verschaffen. Ich füge noch hinzu, dass ich mich nicht mit der Anfertigung einer Quadrantenserie begnügte, sondern auch die drei übrigen Quadranten in ganz analoger Weise zerlegte. Ich erhielt dadurch ein vollständiges Bild der Muskulatur-Anordnung für den ganzen vorderen Bulbusabschnitt. Diese Art der Zerlegung kam bei den Thieren mit runder Pupillaröffnung zur Verwendung.

Bei den Thieren mit spaltiger Pupillaröffnung schien mir dagegen ein anderes Verfahren angezeigt. Durch die Untersuchungen von Eversbusch ist festgestellt worden, dass die Muskulatur der Iris bei den Thieren mit spaltigen Pupillen eine Eigenthümlichkeit besitzt, die darin besteht, dass, während bei den Thieren mit runder Pupille das Sphincter pupillae gegen die Irisperipherie nur an einzelnen Stellen zarte, radiärangeordnete Muskelbündel entsendet, bei den Thieren mit spaltiger Pupille der Sphincter in den den Endpunkten des längsten Pupillendurchmessers entsprechenden Irisabschnitten durch ein dichtes Flechtwerk von Muskelbündeln derart fixirt ist, dass bei Contraktion des Muskels eine Verengerung der Pupille an diesen Stellen so gut

wie gar nicht stattfindet, während die Zusammenziehung des Muskels in den entgegengesetzten Partien (an den dem kürzesten Durchmesser der Pupille entsprechenden Theilen) genau in der gleichen Weise erfolgt, wie bei den Thieren mit runder Pupille.

Diese durchweg nachweisbare Eigenthümlichkeit der Irismuskulatur brachte bei den innigen Beziehungen, welche zwischen dem Spiel der Pupille und der Accomodation bestehen, mich auf die Vermuthung, ob nicht auch in dem Ciliarmuskel eine analoge Verschiedenheit in der Anordnung der Muskelbündeln der genannten Regionen vorhanden sein möchte.

Zu dem Zwecke verfuhr ich in der Zerlegung des vorderen Bulbus-Abschnittes bei den Thieren mit spaltiger Pupille etwas anders, indem ich mir dieselben zwar ebenfalls in vier Sektoren zerlegte, jedoch besassen die den beiden Endpunkten des längsten Durchmessers der Pupille entsprechenden Irisciliarkörper-Sektoren einen doppelt so grossen Durchmesser als die noch übrig bleibenden zwei Sektoren.

Auf diese Weise bekam ich in ähnlicher Art wie bei den Thieren mit runder Pupille auch auf den genannten spaltigen Regionen einen typischen Meridionalschnitt. Neben diesem Meridionalschnitt habe ich zur Vervollständigung der Untersuchung auch Schnittreihen angefertigt, die uns ein Flächenbild des meridionalen Antheils des Ciliarmuskels ergaben, und somit die Vorstellungen über die körperliche Gestalt des Ciliarmuskels erweiterten.

In den Kreis meiner Untersuchungen habe ich hineingezogen die Ciliarmuskulatur von Menschen, von Affen, Kaninchen, vom Schweine, Pferde, Lama, Edelhirsch, Reh, Gemse, Antilope, Rind, Schaf, Hund, Fuchs, Katze, Löwe, Luchs, Marder, Wiesel, Iltis und Fischotter.

Was die Ergebnisse der Muskulatur beim Menschen angeht, so habe ich, da dieselben individuell mancherlei Verschiedenheiten darbieten, je nach dem Brechungszustande der betreffenden Augen, eine Wiedergabe derselben für eine eigene Mittheilung vorbehalten. Ich wende mich daher sogleich zur Besprechung meiner Resultate beim Affen.

Untersuchungen darüber liegen bis jetzt in sehr geringer Anzahl vor; Brücke fand die muskulösen Elemente der Säugethiere und Affen denen des Darmes analog angeordnet. Levy hat ebenfalls die Ciliarmuskel des Affen untersucht; genauere Specialangaben sind indessen nicht vorhanden.

Meyer untersuchte nach seinen Angaben nur macacus nemestrisus, bei dem er keine Ringfasern fand, und sprach sie daraufhin sämmt-

lichen Affen ab. Zu diesem Schlusse ist, wie Flemming ganz richtig bemerkt, kein Grund, selbst wenn es sich auch beim macacus so verhält, wie Meyer angibt.

Flemming selbst hat auch ein Affenauge (Cercopithecus) kurz untersucht, nach seinen Präparaten hat der starke Muskel die dreieckige Gestalt des menschlichen fast noch ausgesprochener wie dieser, und ähnelt ihm durchaus. Auch hat sich Flemming von dem Vorkommen einer starken Ringfaser-Partie an seinem vordern inneren Winkel überzeugt. Er fügte indessen hinzu, „mit sicheren Methoden konnte ich jedoch nicht mehr prüfen". Mir standen zu Gebote mehrere zum Theil sehr gut conservirte Exemplare von Laponder-Affe, von macacus, inuus nemestrisus, inuus exaudatus und cebus capucinus.

Als durchschnittliche Längenmasse fand ich folgendes:

Längenmesser der Augen 16—18 mm,

	Laponder,	mac.,	rhesus,	cebus
Länge des corpus ciliare	2,9	3,3	3,5	3,1
„ „ musculus cil.	2,6	2,9	2,9	2,5
Dicke des corpus ciliare	0,94	1,4	0,7	0,94

Im Allgemeinen ist der Muskel an seinem vorderen Ende am dicksten, und bildet die vordere innere Ecke einen Winkel von circa 110 Grad. Er füllt fast den ganzen Ciliarring aus, indem die innere Grenzmembran sehr dünn ist. Auf Querschnitten bot sich folgendes Bild dar:

Vor einander entstehen von der inneren Grenzmembran vier bis fünf Bündel, die mit einzelnen Anastomosen parallel zur Sclera nach vorne laufen und sich mit ihren kurzen Sehnen an dem wenig ausgebildeten Scleralwulste und an dem Schlemm'schen Canal ansetzen, die Kerne dieser Bündel sind alle der Länge nach getroffen und befindet sich zwischen denselben fast kein Bindegewebe.

Weiter nach innen und vorne entspringen mit einem Längendurchmesser von 1,5 respective 2,5, 1,9 und 1,6 Millimeter von der Grenzmembran der Reihe nach nach vorne immer kürzer werdende Bündel, welche in den hinteren Theilen noch mehr meridional (Uebergangs-Bündel), dann aber radial verlaufen, und wie die im inneren, vorderen Winkel entstehenden direkt an der inneren Grenzmembran enden, welche zum ligamentum pectinatum hinaufzieht.

Die Kerne in dieser Partie des Ciliarmuskels sind zum geringsten Theil der Länge nach, zum grössten aber quer getroffen. Doch ziehen deutlich Fäden mit längs getroffenen Kernen in radiärer Richtung durch die quer durchschnittenen Bündel.

Auf Flachschnitten bildet sich folgendes Bild:

Schneidet man das corpus ciliare, nachdem es gleichmässig auf eine plane Fläche ausgebreitet worden, von der scleralen Fläche an in Serienschnitten von $^3/_{100}$ Millimeter Dicke, so sieht man auf den ersten 17—20 Schnitten nur gestreckt radiär zur Pupille verlaufende Muskelzüge mit lauter längs getroffenen Kernen.

Dieses Bild bleibt in den nächsten Schnitten noch in der vorderen Hälfte, in der hinteren aber treten concentrisch zur Pupille verlaufende Züge auf, welche manchmal miteinander anastomosiren. In diesen Zügen sind die Kerne theils quer durchschnitten, theils liegen sie schief oder auch parallel zum Pupillarrande — auf Querschnitten Uebergangs-Bündel mit einzelnen circulären Fasern. In den nun folgenden Schnitten sieht man fast ausschliesslich die Muskelzüge genau und die Kerne parallel zum Pupillarrande verlaufen; dieselben anastomosiren ziemlich häufig mit einander, und gehen oft vor ihrem vorderen Ende in radiär zur Pupille ziehende kurze Bündel über.

Bei den im inneren vorderen Winkel des corpus ciliare liegenden Bündeln ist dies ebenfalls der Fall.

Stellt man nun hieraus ein Gesammtbild zusammen, so ergibt sich folgendes:

Der Ciliarmuskel besteht aus Muskelplatten, welche ganz an der Sclera meridionale, sonst aber mehr oder weniger radiäre Richtung haben; doch stimmt die Richtung der Muskelfaser nicht immer mit der Richtung der Schichten überein.

Die äussersten 3—4 Schichten bestehen nur aus meridional verlaufenden Muskelfasern, die radiären Muskelplatten aber grösstentheils aus circulären und Uebergangsfasern mit ziemlich seltenen radiären Fasern. Diese vereinzelnten radiären Fasern finden sich bis zum inneren Winkel des Ciliarkörpers. Die radiären Muskelplatten stehen alle durch Muskelanastomosen unter sich in Verbindung. Ein vom meridionalen Theile des Ciliarmuskels getrennter, nur aus parallel zur Pupille verlaufenden Fasern bestehender Muskel besteht nicht.

Von den Nagern untersuchte ich mehrere ältere und jüngere Exemplare von Kaninchen.

Mittlere Länge des corpus ciliare	2	mm
„ „ „ musculus ciliare	1,1	„
Dicke des corpus ciliare	0,4	„
„ „ musculus ciliaris	0,2	„

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen waren folgende:

Ein Muskelbündel entspringt spitz aus der Choroidea, und wird im weiteren Verlauf nach vorne durch 2—3 von der Basalmembran verstärkt; alle Bündel verlaufen meridional, das innerste an der Basalmembran und den processus ciliares nach vorne. Alle gehen in Sehnen über und enden am Ursprung des ligamentum pectinatum.

Meine Darstellung stimmt somit, abgesehen von dem Befunde von Bündeln, die von der Basalmembrane ausgehen, und eine etwas andere Richtung als die übrigen Bündel einschlagen, überein mit den Angaben Flemmings.

Ich möchte dieses um so mehr betonen, als bekanntlich G. Meyer und nach ihm andere Autoren den Nagern, speciell dem Kaninchen, muskulöse Elemente im corpus ciliare völlig abgesprochen haben.

Meyer fand statt des Muskels nur subsclerales oder Bindegewebe.

Von den Carnivoren untersuchte ich aus der Familie Mustelina: mustela martes, mustela putorius, mustela vulgaris und lutra vulgaris.

Beim Marder, mustela martes:

Längsdurchmesser des Auges	12 mm
Länge des corpus ciliare	2,1 „
„ „ musculus ciliaris	1,2 „
Dicke des musculus ciliaris	0,2 „

Der sehr schlanke Muskel stellt sich als eine ziemlich compakte Masse dar, und besteht aus zwei bis drei Bündeln, welche durch spärlich pigmentirtes Bindegewebe miteinander verbunden sind. Diese Bündel verlaufen parallel zu einander und zur Sclera und anastomosiren wenig unter sich. Gegen den Kammerwinkel zu nach vorne theilt sich der Muskel in einzelne Fäden, welche dann auch bald in ihre langen Sehnen am ligamentum pectinatum übergehen.

Mustela vulgaris zeigte folgende Maasse:

Längendurchmesser des Auges	7—7,2 mm
Länge des corpus ciliare	0,7 „
„ „ musculus cil.	0,57 „
Dicke des musculus cil.	0,13 „

Die Choroidea theilt sich bei ihrem Uebergange in das corpus ciliare in drei bis vier stark pigmentirte Lamellen, aus welchen man die Muskelfäden entspringen sieht.

Diese verlaufen ziemlich parallel mit einander und mit der Sclera und anastomosiren auf ihrem Laufe öfters spitzwinkelig.

Ihre Richtung ist meridional, doch wird dieselbe bei den Anastomosen fast radiär. Das zwischen ihnen gelegene Bindegewebe ist stark pigmentirt, während die Muskelfäden selbst pigmentlos sind. Nach vorne gehen dieselben in die Balken des Fontana'schen Raumes, die am weitesten scleralwärts gelegenen aber in eine Sehne über, welche sich mit Ueberbrückung des Schlemm'schen Kanals am Ursprung des ligamentum pectinatum inserirt. Die Gestalt des Muskels ist hinten und vorne sich verjüngend ziemlich rautenförmig.

Mustela putorius.

Sagittaldurchmesser des Auges	9 mm
Länge des corpus ciliare	1,2 „
„ „ musculus cil.	0,7 „
Dicke des musculus ciliaris	0,2 „

Die Bündel verlaufen meridional, besitzen nur wenig Anastomosen, im Uebrigen ist das Verhältniss genau wie beim Marder und Wiesel.

Von besonderem Interesse waren die Ergebnisse der Untersuchungen von lutra vulgaris.

Sagittaldurchmesser des Auges	11 mm
Länge des corpus ciliare (von dem Uebergange des hinteren Endes des Ciliarmuskels in die choroidea bis zum Ursprung des ligamentum pectinatum an den Descemet'schen Membran)	2,6—2,7 „
Grösste Breite (Sclera bis zum Anfang des processus ciliaris)	0,8—0,9 „
Grösste Länge des Ciliarmuskels (zur Iriswurzel)	2,4 „
Kleinste Länge des Ciliarmuskels (gegen das ligamentum pectinatum)	2,2 „
Grösste Breite (vorderes Drittheil des Muskels)	0,7 „

Hieraus ergibt sich

1) Die Fischotter besitzen einen ausnehmend kräftigen Muskel. Dieses lässt sich auch aus den physiologischen Leistungen ihrer Augen erwarten, indem dieselbe zwar gewöhnlich in der Luft lebt und, soviel mir bekannt ist, gut sieht, ihren Lebensunterhalt aber im Wasser sucht, und auch unter Wasser ihr Futter mit grösster Sicherheit fängt, was wohl auch gute Sehschärfe unter Wasser vermuthen lässt. Diese letztere Leistung kommt + 3 Dioptrien gleich, so dass die Fischotter eine Accomodationsbreite bedarf, welche bekanntlich der Mensch wie die anderen Säuger, vielleicht den Biber und ähnliche, welche ich nicht zu untersuchen Gelegenheit hatte, ausgenommen, nicht besitzt.

2. Der Ciliarmuskel hat die Form eines Dreiecks mit einem Winkel von circa 130 Grad an der Sclera, und nähert sich nach seinen äusseren Umrissen von den von mir untersuchten Thieren am meisten dem des Menschen und der Affen.

Der Muskel setzt sich zusammen aus einer Anzahl Bündel, welche deutliche Contouren haben. Nach rückwärts sieht man aus den stark pigmentirten Lamellen der Choroidea zwei bis drei Bündel entstehen, welche sich selbst und deren Abkömmlinge dann wieder theilen, um dann wieder durch Zweige mit einander zu communiciren, so dass manche Zwischenglieder radiär und manchmal auch circulär verlaufen. Von der inneren Grenzmembran aus werden diese durch neu kommende verstärkt.

Der Verlauf ist bei allen meridional, und sind nirgends gesondert verlaufende radiäre oder circuläre Faser nachzuweisen.

Nach vorne setzen sich die äussersten Bündel an der Sclera fest, die nächsten nach innen überbrücken mit ihren Sehnen den Schlemm'schen Kanal und enden am Ursprunge des ligamentum pectinatum; die nächsten münden an den Maschen des Fontana'schen Raumes und die innersten endlich setzen sich an der Iriswurzel an.

Der Muskel gehört wie bei den anderen Säugern zu den glatten. Das Bindegewebe, welches seine Fasern verbindet, ist spärlich und ziemlich stark pigmentirt, die Muskelbündel selbst nahezu pigmentlos.

Von der Familie Canina habe ich Hund und Fuchs untersucht.

Beim Hunde fand ich folgendermassen:

Längenaxe des Auges	18	mm,
Länge des corpus ciliare	4,8	„
„ „ musculus cil.	2,6	„
Dicke „ „ „	0,4—0,6	„

Bei den von mir untersuchten Thieren entspringt der Muskel aus der Choroidea ziemlich spitz. Diese Bündel werden durch andere, welche von der inneren Grenzmembran sich ihnen beigesellen, verstärkt.

Der Muskel verläuft meridional langgestreckt mit ziemlich spärlichen Anastomosen.

Nach vorne gehen fast alle Einzel-Bündel in eine lange, starke Sehne über, welche hart an der Sclera verläuft, und schon eine kleine Strecke vor dem Schlemm'schen Kanal mit derselben Faser wechselt, letzteren dann überbrückt und am Ursprunge des ligamentum pectinatum sich ansetzt. Zwischen den Muskelbündeln befand sich in beiden Fällen reichliches, stark pigmentirtes Bindegewebe; gesonderte Ring-

muskulatur ist nicht vorhanden, und sind auch die Anastomosen in äquatorialer Richtung sehr spärlich.

Diese Befunde stimmen im Wesentlichen mit denen Flemmings überein, der beim Hunde verhältnissmässig wenige Längsfaser-Züge, welche grosse Lücken zwischen sich lassen, fand; auch er findet den Verlauf der einzelnen Faserzüge ziemlich gestreckt, und wenige Verflechtungen.

Von dem weiteren Befunde Flemmings, dass diejenigen Bündel, welche dem Glaskörper zunächst sind, etwas weiter vorwärts reichen als die der Sclera benachbarten, habe ich mich nicht überzeugen können, vielmehr war in meinen Präparaten durchweg eine Vereinigung aller Einzelbündel in einer starken langen Sehne, welche dicht an der Sclera verläuft, nachweisbar.

Fuchs.

Von den mir zur Verfügung gestellten Exemplaren waren nur zwei von demselben Thiere herrührend brauchbar für die Untersuchung.

Sagittaldurchmesser	16	mm,
Länge des corpus ciliare	3,8	„
„ „ musculus ciliaris	2,2	„
Dicke des musculus ciliaris	0,7	„

Das corpus ciliare hat eine von den bisher besprochenen Thieren verschiedene Form, indem es nicht bis zur Iriswurzel ziemlich dick bleibt, sondern circa 0,4 mm vor derselben plötzlich schmal wird; der Muskel entspringt mit starkem Kopfe aus der äusseren chorioidealen Lamellen. Diese Bündel anastomosiren ein Paar mal, dann aber werden sie schmal und verlaufen parallel der Sclera nach vorne. Weitere Bündel entspringen von der inneren Grenzmembran und gehen sogleich reichliche Verbindungen miteinander ein, so dass man zahlreiche radiär und besonders im inneren Winkel des cospus ciliare auch streckenweise circulär ziehende Züge erblickt.

Aus diesem dichten Geflechte entstehen dann dünne, gesonderte, in rein meridionaler Richtung nach vorne ziehende Muskelfäden, von denen dann die am meisten scleralwärts gelegenen sich theils an der Sclera, theils mit ihrer Sehne am Ursprung des ligamentum pectinatum festsetzen, die anderen aber an der oben berührten engen Stelle des corpus ciliare, welche von den Maschen des Fontana'schen Raumes erfüllt ist, sich verlieren.

Von der Familie Felina untersuchte ich felis domestica, felis lynx, auch standen mir einige Flächenpräparate von felis leo zur Verfügung.

Von Katzen habe ich drei Thiere untersucht, eine junge, eine ältere, sowie ein sehr grosses Exemplar.

Länge des corpus cil.	2,3 mm,	3,4 mm,	5,4 mm,
„ „ musculus cil.	1,6 „	2,7 „	3,4 „
Dicke „ „ „	0,15 „	0,27 „	0,5 „

Hiebei zeigte sich, dass es für das Studium der vorwürfigen Frage nicht günstig ist, Augen sehr junger Thiere zu untersuchen, indem das die Muskelbündel verbindende, sowie das gegen die Pigmentschichte des corpus ciliare gelegene Gewebe so reich an länglich ovalen Kernen ist, dass bei schwacher Vergrösserung nur sehr schwer Muskel und Bindegewebselemente auseinander gehalten werden können, bei starker aber die Uebersicht der topographischen Verhältnisse verloren geht. Ebenso liefern die Schnitte, die ich von Katzen machte, einen klaren Beweis dafür, dass auf meridionalen Schnitten eigentlich nur das Verhältniss von meridionalen und radialen Bündeln einigermassen genau erkannt werden kann.

Zum Nachweis äquatorialer Bündel und sogenannter Uebergangsbündel aber und somit zur Erkennung des Gesammtbaues des Organs sind Flachschnitte absolut nothwendig.

Auf Querschnitten präsentirte sich der Muskel als ein langgestreckter; seine Bündel anastomosirten wenig, und gehen die scleralwärts gelegenen derselben nach vorne in Sehnen über, welche sich am Ursprunge des ligamentum pectinatum ansetzen.

Das Bündel aber, welches am weitesten nach innen gelegen ist, und erst ziemlich weit vorne von der Basalschicht des corpus ciliare entspringt, zieht ein Stück an der Basalschicht der processus ciliares vorbei und dann erst in fast rechtem Winkel zur Sclera.

Auf Flachschnitten zeigte sich aber, dass die Muskelanastomosen sehr häufig sind, dass die radiär zur Pupille verlaufenden Bündel nach hinten zu zahlreicher sind, sich nach vorne immer mehr vereinigen und endlich, dass besonders in der hinteren und mittleren Partie des Muskels viele Bündel ein Stück weit äquatorial verlaufen, um sich dann wieder gestreckter nach vorne zu richten. Am vorderen Ende des Muskels und an der Stelle des sogenannten Müller'schen Muskels fanden sich solche Bündel fast nirgends.

Diese letzteren Befunde möchte ich Levy gegenüber betonen, der bei der Katze Müller'sche Ringfasern gefunden haben will.

Gleich Flemming, habe ich absolut vergeblich nach compacten und localisirten Ringzügen gesucht. Mit Flemming's Darstellung

stimme ich im Wesentlichen überein, jedoch muss ich gleich wie im vorigen Falle behaupten, dass die sämmtlichen Muskelbündel sich in einer Sehne vereinigen.

Weitere Insertionspunkte weiter hinten an der Sclera habe ich nicht zu finden vermocht.

Felis lynx.

Länge des bulbus	18	mm
„ „ corpus ciliare	7,9	„
„ „ musculus ciliaris	3,7	„
grösste Dicke des musculus ciliaris	0,65	„

Nach dem Ursprung aus der Choroidea bleibt der Muskel zunächst schlank, wird dann dicker und nachdem er den grössten Dicken-Durchmesser erreicht, laufen die vorher dicht aneinander gelagerten Muskelbündel in circa 14 feine Fäden aus, welche anfangs noch Muskelelemente haben, dann aber sehnig werden, gegen die Sclera convergiren und endlich sich in der Nähe des Schlemm'schen Kanals ansetzen, zum Theil aber noch näher aneinander rücken und direkt in die Fasern der Descemet'schen Membran übergehen.

Nur ein Bündel sieht man häufig in dem Gewebe sich verlieren, welches die Basalmembrane der Ciliarfortsätze bildet.

Auf Querschnitten sieht man häufige und sehr dichte Communication der einzelnen Bündel, während dieselben auf Flachschnitten fast keine solche zeigen, sondern alle radiär zur Pupille verlaufen.

Sogenannte radiäre Bündel und circuläre konnten weder auf Flach- noch Querschnitten bemerkt werden.

Ganz analoge Verhältnisse fanden sich auf den Flachschnitten von einem Löwenauge.

Von den Wiederkäuern untersuchte ich den Muskel der Antilope addax, Antilope rupicapra, von cervus elaphus, cervus capreolus, auchenia, Ziege, Schaf und Rind.

Beim cervus elaphus war mein Befund folgender:

Längendurchmesser des Auges				38	mm
Länge des corpus ciliare	oben[1]) = 4,3 mm,	seitlich	= 2,6—	3	„
Länge des musculus ciliaris	„ = 2,6 „	„	= 1,4—	1,6	„
Dicke des corpus ciliare . .	„ = 0,6 „	„	=	0,5	„
Dicke des musculus ciliaris .	„ = 0,4 „	„	=	0,3	„

[1]) „Oben" bedeutet: der Langseite, „seitlich": den Ecken der Pupille entsprechend.

Antilope rupicapra:

Längendurchmesser des Auges					30	mm
Länge des corpus ciliare .	oben = 4,5	—4,8 mm,	seitlich = 3,4	„		
„ „ musculus ciliaris	„ = 2,3	—2,5 „	„	= 1,7	„	
Dicke des corpus ciliare .	„ = 0,75	—0,9 „	„	= 0,7	„	
„ „ musculus ciliaris	„ = 0,4	—0,5 „	„	= 0,4	„	

Cervus capreolus:

Längendurchmesser des Auges					22—23	mm
Länge des corpus ciliare . .	seitlich = 3,2	mm,	oben = 4,3	„		
„ „ musculus ciliaris .	„ = 1,4	„	„	= 2	„	
Dicke des corpus ciliare . .	„ = 0,4	„	„	= 0,34	„	
„ „ musculus ciliaris .	„ = 0,25	„	„	= 0,22	„	

Der Ciliarkörper der obengenannten Thiere unterscheidet sich im Wesentlichen nicht; nur hat der Hirsch nach den mir vorliegenden Präparaten einen im Verhältniss zu seiner Körpergrösse und zum Durchmesser seines Auges geringeren Accomodationsmuskel als z. B. die Gemse.

Ein Unterschied ist wahrzunehmen an jedem Auge für sich, indem die Länge des corpus ciliare abnimmt, je nachdem dasselbe sich oben, respektive unten, an dem äusseren oder an dem inneren Ende der Pupillarspalte befindet.

Ebenso wie das corpus ciliare zeichnet sich der Muskel je nach der Lage durch langen schmalen, oder kürzeren dickeren Bau aus.

Im Uebrigen sind die Strukturverhältnisse gleich.

Das Corpus ciliare zeigt nach innen die Ciliarfortsätze, welche nach vorne an Mächtigkeit zunehmen und auch noch vom hinteren Theile der Iris entspringen.

Hierauf folgt eine dicke Lage fibrillären Bindegewebes, welche fast bis zum Scleralwulst reicht, das Stroma der Ciliarfortsätze bildet und mit den Lamellen des Fontana'schen Raumes und den Ausläufern des ligamentum pectinatum in innige Communication tritt.

Gegen die Sclera folgt nun der Ciliarmuskel. Er entspringt hinten meist spitz, und endet nach vorne mit der Hauptmasse am Scleralwulst, während nur das innerste Bündel diesen zu umgehen und mit langer Sehne gegen die Corneascleralgrenze zu ziehen scheint.

In der Hauptsache besteht der Muskel aus meridional verlaufenden Fasern, doch finden sich besonders gegen die Sclera hinter dem Scleralwulste auch ziemlich viele eine Strecke weit circulär verlaufende.

Antilope addax.

Der Muskel ist ziemlich viel von Bindegewebe durchsetzt. Im Uebrigen ist das Verhältniss ähnlich dem des cervus elaphus.

Auchenia.

Länge des corpus ciliare: seitlich = 5,9 mm, oben = 7,5 mm,
„ „ musculus ciliaris: „ = 3,9 „ „ = 5,6 „
Dicke des corpus ciliare: seitlich = 1,3 mm, oben = 0,86 „
„ „ musculus ciliaris: „ = 1,1 „ „ = 0,64 „

Das corpus ciliare unterscheidet sich, je nachdem es an einer Ecke der Pupille oder einer Längsseite derselben sich befindet. Dasselbe besteht in den beiden hinteren Dritteln hauptsächlich aus dem Muskel, der von der Pigmentlage durch kein sehr dichtes Bindegewebsstratum getrennt ist. Derselbe bleibt hinten längere Zeit schlank, wird dann aber dicker, und endet mit der Hauptmasse im Scleralwulst, mit dem innersten Bündel aber in dem fibrillären Bindegewebe der Basis der processus ciliares.

Der Scleralwulst ist an den Langseiten stärker entwickelt als an den Ecken: er besteht aus fibrillärem meridional und circulär verlaufenden Bindegewebe, und ist nicht so stark als bei cervus elaphus, cervus capreolus etc.

Das vordere Drittel des corpus ciliare wird von den Verzweigungen des ligamentum pectinatum und der Grundschicht der processus ciliares eingenommen. Diese selbst entspringen an den Langseiten wesentlich vom corpus ciliare an den Ecken aber noch ein gutes Stück von der hinteren Irisfläche.

Ziege, Schaf und Rind zeigen den eben besprochenen Wiederkäuern ganz ähnliche Verhältnisse, nur dass der Ciliarmuskel dieser Hausthiere im Vergleiche zu dem der wild lebenden Stammesverwandten entschieden schwächer entwickelt ist.

Bei Sus habe ich folgenden Befund erhoben:

Länge des corpus ciliare . . . seitlich 3,5 oben 4,5 mm,
„ „ musculus ciliaris . . „ 2—2,5 „ 3,2 „
Dicke des corpus ciliare (hinter dem Scleralring) . . 0,5 „
„ „ corpus ciliare (bei den processus ciliares 0,7 „
„ „ musculus ciliaris seitlich 0,44 mm, oben 0,3 „

Das corpus ciliare ist hinten schmal, und verdickt sich allmählich nach vorne, so dass es am vordersten processus ciliaris am breitesten ist.

Wie obige Zahlen zeigen, besteht es auch in seinen mittleren Theilen nicht wie bei den Fleischfressern vorzugsweise aus Muskeln, sondern zunächst findet sich an der Glaskörper-Seite eine dicht gewebte, auf Querschnitten 0,02 mm dicke bindegewebige Basalmembran; hierauf folgt nach aussen der mit ziemlich viel Bindegewebe durchsetzte Muskel.

Noch weiter nach aussen folgt die Sclera, die sich wesentlich von derjenigen der Fleischfresser unterscheidet.

Während nämlich diese mit ziemlich ebener Innenfläche verläuft, und nur kurz vor dem Schlemm'schen Kanal eine kleine Verdickung nach innen zeigt, sieht man beim Schweine etwa an der Grenze des vorderen und der zwei hinteren Drittel des corpus ciliare einen dicken Wulst an der Sclera vorspringen, von dem aus nach rückwärts, und wenn auch in geringerem Masse nach innen feinere Zweige Scleralgewebe ein Stück weit in das corpus ciliare ausstrahlen.

Dieser auch bei den Wiederkäuern in ähnlichem Masse entwickelte Scleralgeschwulst fällt nach vorne steil ab, während er nach hinten sanfter verläuft.

Derselbe wird von hinten nach vorne durchzogen von Gefässen, Nerven und glatten Muskelfasern, und dadurch das Scleralgewebe in Inseln getrennt. Nach innen zu wird er von einer Lage circulär geordneten, kernreichen Bindegewebes bedeckt.

Der Muskel besteht aus zwei Partien, einer inneren und einer äusseren, welche nach dem Ursprung aus der Choroidea parallel laufen, und jede aus unter sich anastomosirenden Muskelfäden besteht. Verschieden sind diese 2 Theile in ihrem vorderen Ende, indem der äussere scleralgelegene an der Scleralwulst endet; dagegen der innere, längs der Basalmembran hinziehend, an diese ganz feine Fäden abzugeben scheint, mit seiner Hauptmasse aber um die Scleralwulst biegt, und in dem Bindegewebe vor demselben endet, das bis zum ligamentum pectinatum reicht, und die dichten Balken des Fontana'schen Raumes bildet. Die von Iwanoff so hervorgehobenen Circulärfasern halte ich grösstentheils für Bindegewebe und habe ganz wenige, ziemlich äquatorial verlaufende Muskelfasern finden können.

Equus caballus.

Länge des corpus ciliare	oben 10	mm,	seitlich 8,6	mm
„ „ musculus ciliaris . . .	„ 4,3	„	„ 2,7	„
ligamentum pectinatum bis vorderes Ende des musculus	oben 2,4	mm,	seitlich 2,6	mm
Dicke des corpus ciliare	„ 0,6	„	„ 0,3	„

Wie die oben angegebenen Zahlen zeigen, ist das corpus ciliare wie bei allen Thieren mit quer ovaler Pupille oben und unten länger als seitlich. Seitlich ist es wieder aussen länger als innen, wie ich nach vielen Messungen fand.

Das corpus ciliare ist auf Querschnitten, wenn man von den mächtig entwickelten processus ciliares absieht, sehr schmal. Dasselbe zeigt in seinem hinteren Drittheil hauptsächlich starke Gefässnetze mit seltenen Muskelfäden, im mittleren, den eigentlichen Muskel, und dem vorderen die weite Ausbreitung des ligamentum pectinatum mit den Lücken und das dichte Gewebe der processus ciliares, welches den Hauptantheil am corpus ciliare hat.

Der Muskel selbst ist an Oberstücken länglich gebaut und aus ziemlich vielen mit einander anastomosirenden Fäden zusammengesetzt; auf der Seite, wo er wegen des Durchtrittes starke Gefässe durch das corpus ciliare auf manchen Schnitten gar nicht zu sehen ist, besteht er aus kürzeren, etwas dickeren Bündeln.

Das hintere Ende des Muskels verläuft zwischen den Venenplexus und ist deshalb nicht genau zu bestimmen; das vordere theilt sich und inserirt sich am Scleralwulst, mit einem Bündel aber in der Basalschicht der processus ciliares.

Wir haben also in Uebereinstimmung mit Flemming bei allen von mir untersuchten Thieren organische Muskulatur im corpus ciliare gefunden.

Die Entwickelung des Ciliarmuskels d. h. sein Volumen im Verhältniss zur Grösse des Thieres und Auges ist aber ein sehr verschiedenes.

Obenan steht, wie aus beiliegender Zusammenstellung ersichtlich, die Fischotter, ihr folgen die Affen, ihnen die Raubthiere, unter diesen wieder die Hunde und Wiesel-Arten den Katzen; dann ist eine bedeutende Abnahme des Accommodationsmuskels beim Schweine, den Wiederkäuern und Nagern bemerkbar.

Es scheint mir nicht gewagt, dieses Verhältniss des Ciliarmuskels mit den allgemeinen Lebensbedingungen der Thiere in Wechselbeziehung zu bringen. An derartigen Momenten findet sich

bei der Fischotter: Grosse Anforderung an die Accommodation durch das Sehen in Luft und Wasser;

bei den Affen: Schnelle Accommodation (auch Distanzschätzung) als Bedingung ihrer Bewegung auf Bäumen, etc.

Bei den Raubthieren: Die Forderungen, welche das rasche Ergreifen der Beute im Sprunge an das Sehorgan stellt.

Die Wiederkäuer, das Schwein und Kaninchen haben ihre Nahrung unbeweglich in der Nähe; und auch bei ihnen hat z. B. die Gemse welche durch ihre ausgezeichnete Gabe des Distanzschätzens auf ihren gefährlichen Wegen bekannt ist, wie überhaupt die wild lebenden Wiederkäuer, ein günstigeres Verhältniss des Ciliarmuskels, als unsere Hausthiere.

	Sagittaldurchmesser d. Auges	Länge d. musc. ciliar.	Grösste Breite d. m. c.
Fischotter	11 mm	2,4 mm	0,7 mm
Affen	16—18 „	2,5—2,9 „	0,7—1,3 „
Marder	12 „	1,2 „	0,2 „
Iltis	9 „	0,7 „	0,2 „
Wiesel	7 „	0,57 „	0,13 „
Hund	18 „	2,6 „	0,4—0,6 „
Fuchs	16 „	2,2 „	0,7 „
Luchs	18 „	3,7 „	0,65 „
Katze	16—17 „	2,7—3,4 „	0,27—0,5 „
Edelhirsch	38 „	2,6 (1,6) „	0,4 (0,3) „
Gemse	30 „	2,3 (1,7) „	0,45 (0,4) „
Reh	23 „	2,0 (1,4) „	0,22 (0,25) „
Lama	c. 45 „	5,6 (3,9) „	0,64 (1,1) „
Schwein	c. 18 „	3,2 (2,5) „	0,3 (0,4) „
Pferd	c. 45 „	4,3 (2,7) „	0,4 (0,5) „
Kaninchen	16 „	1,1 „	0,2 „

Durchweg hat sich dabei gezeigt, dass der hintere Ansatzpunkt überall die Choroidea ist, ebenso der vordere Insertionspunkt des Muskels im Kammerwinkel an der Innenfläche der Sclera in der Region des Schlemm'schen Kanals und des ligamentum pectinatum resp. am Scleralwulst und dem Basalgewebe der proc. ciliares (Wiederkäuer) gelegen ist.

Von einem Nebenansatzpunkt in der Iris, wie ihn Flemming beschrieben hat, habe ich mich nicht überzeugen können, vielmehr hat sich durch Combination der in verschiedener Richtung geführten Schnitte ergeben, dass auch diese Bündel schliesslich im Kammerwinkel endigen.

Was ferner noch die Ausbildung des Muskels bei den verschiedenen untersuchten Thieren angeht, so muss als ein charakteristischer Befund hervorgehoben werden, dass bei den meisten Thieren fast nur meridionale Fasern vorhanden waren.

Der Antheil von äquatorialen und circulären Bündeln tritt dem gegenüber auch bei den Thieren, bei denen sie vorhanden sind, entschieden zurück.

Jedenfalls habe ich mich beim Affen wie beim Menschen, um letzteres schon hier zu bemerken, nicht von einer Sonderstellung der circulären Bündel des Ciliarmuskels in der Art überzeugen können, wie es jetzt auf Grund der Müller- und Iwanoff'schen Untersuchungen vielfach angenommen wird.

Ich bin vielmehr, je länger desto mehr, zur Ueberzeugung gelangt, dass die gegenwärtige Auffassung des Accomodationsvorganges, welche gerade diesen selbstständig wirkenden circulären Bündel eine besondere wichtige Rolle zuweist, einer Modification bedürftig ist.

Zur weiteren Motivirung meiner Anschauung habe ich inzwischen Untersuchungen bei anderen Säugethieren in Angriff genommen, und werde ich mir über das Gesammtergebniss dieser Studien und deren physiologische Consequenzen später eine weitere Mittheilung gestatten.[1])

Zum Schlusse erlaube ich mir noch Herrn Prof. von Rothmund für die Liberalität, mit welcher er mir die Mittel des histiologischen Laboratoriums der Univ.-Augenklinik zur Verfügung stellte, meinen besten Dank auszusprechen.

Ebenso bin ich Herrn Prof. Dr. Eversbusch in Erlangen, der mir die Anregung zu vorstehender Arbeit gab und mich bei derselben durch Rath und That vielfach unterstützte, zu wärmstem Danke verpflichtet.

---

[1]) Auf Wunsch des Herrn Verfassers bezeugen wir, dass das druckfertige Manuscript dieser Arbeit schon im November vorigen Jahres an die Redaction abgeliefert worden ist. Die verspätete Drucklegung dieser wie auch der vorhergehenden Arbeiten ist bedingt gewesen durch die mit der Uebersiedelung des Einen von uns Beiden verbundenen äusserlichen Abhaltungen.